



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**
⑩ **DE 43 30 823 A 1**

⑤7 Int. Cl.⁶:
H 02 H 7/093
H 02 P 6/00
F 16 P 3/00
// B25J 19/06

②1 Aktenzeichen: P 43 30 823.6
②2 Anmeldetag: 13. 9. 93
④3 Offenlegungstag: 16. 3. 95

DE 43 30 823 A 1

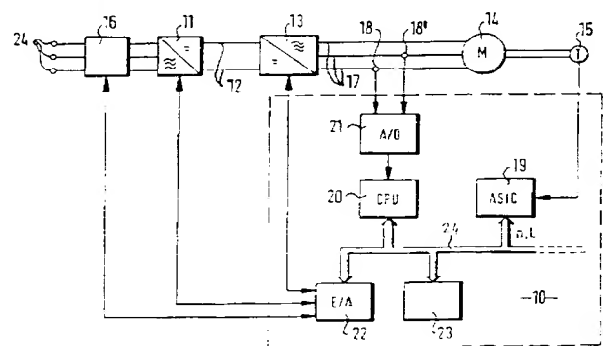
⑦1 Anmelder:
Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

⑦2 Erfinder:
Boesche, Guenther, Dipl.-Ing. (FH), 64720
Michelstadt, DE; Weber, Rupert, Dipl.-Ing. (FH),
63936 Schneeberg, DE; Kunz, Olaf, Dipl.-Ing. (FH),
64689 Grasellenbach, DE; Punzet, Alfred, Dipl.-Ing.
(FH), 64711 Erbach, DE; Froehlich, Gerhard,
Dipl.-Ing., 64720 Michelstadt, DE

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Antriebsvorrichtung mit einer Sicherheitseinrichtung für den Sonderbetrieb

⑤7 Vorgeschlagen wird eine Antriebsvorrichtung mit einem elektronisch kommutierten Motor, einem Gleichspannungszwischenkreis, einem daran angeschlossenen Wechselrichter zur Steuerung des Motors sowie mit einer Sicherheitseinrichtung, welche in einer Sonderbetriebsart die Drehzahl des Motors auf Einhaltung eines vorgebbaren Höchstwertes überwacht. Ist ein Drehzahlsignal größer als der vorgegebene Höchstwert, unterbricht die Sicherheitseinrichtung die Energiezufuhr zum Motor. Ein erstes Drehzahlsignal wird dabei durch Erfassen des von einem Drehzahlsensor gelieferten Signals gebildet. Ein weiteres Drehzahlsignal bildet die Sicherheitseinrichtung aus dem zeitlichen Verlauf des Stromes in wenigstens einer der Phasenzuleitungen (17) zum Motor (14), welchen sie mittels eines Sensors (18, 18') erfaßt.



DE 43 30 823 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 01. 95 408 081/234

6/30

Stand der Technik

Die Erfindung geht aus von einer Antriebsvorrichtung nach der Gattung des Hauptanspruchs. Derartige Antriebsvorrichtungen sind allgemein bekannt. Sie finden breite Verwendung unter anderem in Werkzeugmaschinen und Robotern, wo sie zum Antreiben beweglicher Elemente dienen. Im Normalbetrieb geht sowohl bei Maschinen wie bei Robotern von den Bewegungen beweglicher Elemente eine Betriebsgefahr für einen Benutzer aus. Zur Unfallverhütung weisen derartige Anlagen deshalb in der Regel eine Sicherheitseinrichtung auf, die einen Betrieb der beweglichen Elemente nur gestattet, wenn sichergestellt ist, daß sich kein Benutzer im Aktionsradius der Maschine oder des Roboters befindet. In einfacher Weise geschieht dies z. B. durch Abdeckungen oder Türen, welche als Voraussetzung für einen Normalbetrieb geschlossen sein müssen. Regelmäßig treten aber Situationen auf, in denen sich ein Benutzer in das Aktionsfeld der Maschine oder des Roboters begeben muß, z. B. um Werkzeuge zu wechseln, um eine Maschine einzurichten oder um einen Roboter einzulernen. Damit dies möglich ist, wird ein Teil der im Normalbetrieb zu erfüllenden Sicherheitsbedingungen außer Kraft gesetzt. Um auch in dieser, nachfolgend als Sonderbetrieb bezeichneten Betriebsart eine ausreichende Betriebssicherheit zu gewährleisten, verlangt z. B. die VDI-Norm 2854, daß für alle beweglichen Achsen die Bewegungsgeschwindigkeit auf einen Höchstwert von 2 m/Minute begrenzt wird. Die Normvorschrift fordert ferner, daß die Erfassung der Geschwindigkeit für jede Achse redundant, d. h. zumindest zweifach erfolgt. Ein einfacher Weg, insbesondere der letzten Forderung zu genügen, besteht darin, am Motor oder dem bewegten Teil zwei Drehzahlmesser anzuordnen, wobei einer üblicherweise ohnehin vorhanden ist, um die Signale der beiden Sensoren auf Überschreitung eines Höchstwertes zu überwachen. Durch die Anordnung eines weiteren Drehzahlsensors am Motor wird allerdings die Baugröße des Motors, vor allem bei kleinen Motoren, unter Umständen erheblich vergrößert. Zudem ergibt sich aus demselben Grund eine Verteuerung des Antriebs.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es deshalb, eine Antriebsvorrichtung mit elektronisch kommutiertem Motor anzugeben, die ohne wesentlichen Mehraufwand hinsichtlich ihres Aufbaus und hinsichtlich der damit verbundenen Kosten auch im Sonderbetrieb eine hohe Sicherheit für einen Benutzer gewährleistet.

Diese Aufgabe wird gelöst durch einen Antrieb mit den kennzeichnenden Merkmalen des Hauptanspruchs.

Eine erfindungsgemäße Antriebsvorrichtung benötigt nur einen, ohnehin vorhandenen Drehzahlsensor. Ein weiteres Drehzahlsignal zur Absicherung der redundanten Erfassung wird durch Auswertung wenigstens eines Motorphasenstromes gewonnen. Das Konzept ist mit geringem Mehraufwand realisierbar. In der Regel ist lediglich ein zusätzlicher Stromsensor in den Motorzuleitungen erforderlich. Es bietet zudem den Vorteil, daß es auf vorhandene Anlagen nachrüstbar ist. Auch erfüllt es ohne weiteres die z. B. in der VDI-Norm 2854 niedergelegten Unfallverhütungsvorschriften.

Vorteilhaft erfolgt die Ermittlung des zweiten Drehzahlsignals in einer zentralen Steuereinheit, welche auch die Steuerung des Motors durchführt. Das von

dem Stromsensor erfaßte Signal wird dafür zweckmäßig digitalisiert.

Gemäß einer weiteren zweckmäßigen Realisierung zur Gewinnung eines zweiten Drehzahlwertes wird aus dem vom Stromsensor gelieferten Signal mittels eines analogen Filters die Grundwelle herausgefiltert, um aus dieser eine Drehzahlinformation abzuleiten.

Besonders vorteilhaft ist es, neben der Drehzahl an sich zusätzlich wenigstens eines der internen Signale in der das dynamische Verhalten des Antriebs steuernden Motorregelung zu überwachen. Dadurch kann vorteilhaft bereits im voraus erkannt werden, ob die Bewegungsgeschwindigkeit einer Achse einen vorgegebenen Grenzwert überschreiten wird. Eine solche Überwachung bietet ebenfalls den Vorteil, daß sie auf vorhandene Antriebe nachrüstbar ist. Sie kann im übrigen vorteilhaft in die Maschinen- oder Roboterüberwachung während des Normalbetriebes einbezogen werden.

Nachfolgend wird ein Ausführungsbeispiel der Erfindung anhand der Bezeichnung näher erläutert.

Zeichnung

Die Figur zeigt ein Blockschaltbild einer vorgeschlagenen Antriebsvorrichtung.

Beschreibung

Hauptbestandteile des in Fig. 1 dargestellten Antriebes sind ein Netzgleichrichter 11 zur Speisung eines Gleichspannungszwischenkreises 12, ein an diesen angeschlossener Wechselrichter 13 sowie ein von dem Wechselrichter gespeister Motor 14. Zwischen Gleichrichter 11 und Wechselstromnetz 24 ist ein Schütz oder ein vergleichbarer elektromagnetischer Leistungsschalter 16 geschaltet. An wenigstens einer der Phasenzuleitungen 17 zum Motor 14 befindet sich ein Sensor 18 zum Erfassen des dem Motor 14 zugeführten Phasenstroms. Direkt mit dem Motor 14 verbunden ist ein Drehzahlsensor 15 angeordnet. Wesentliche Bestandteile von Gleichrichter 11 und Wechselrichter 13 sind jeweils Leistungshalbleiter. Deren Ansteuerung erfolgt durch eine Steuerung 10, welche auch den Leistungsschalter 16 steuert. Sie ist zu diesem Zweck mit den Elementen Gleichrichter 11, Wechselrichter 13 und Leistungsschalter 16 bidirektional verbunden. Über in der Regel unidirektional ausgeführte Verbindungen werden der Steuerung ferner das Signal des Drehzahlsensors 15 sowie das von dem Sensor 18, 18' erfaßte Stromsignal zugeführt.

Hauptbestandteile der Steuerung 10 — die dargestellte Struktur wurde zur Erläuterung der hier beschriebenen Erfindung gewählt, sie ist nicht verbindlich und kann in der Praxis von der dargestellten abweichen — sind eine zentrale Steuereinheit 20, die vor allem die Steuerung des Motors 14, das heißt die Regelung von Drehzahl n , Rotorlage L und Strom I durchführt, ein Speicher 23, ein anwenderspezifischer integrierter Schaltkreis 19 (ASIC), welcher die Signale des in der Regel hochauflösenden Drehzahlsensors 15 auswertet und daraus der zentralen Steuereinheit 20 Informationen über Rotorlage L und Drehzahl n des Antriebs 14 in Form binärer Daten zur Verfügung stellt, sowie eine Eingangs-/Ausgangsbaugruppe 22. Die zentrale Steuereinheit 20 und der Schaltkreis 19 bilden ferner die Hauptbestandteile einer Sicherheitseinrichtung, deren Funktion nachfolgend erläutert wird. Alle genannten Elemente sind über einen Datenbus 24 miteinander verbunden. Zur Digitalisierung der von dem Sensor 18, 18' kommenden Meß-

werte dient ferner ein der zentralen Steuereinheit 20 vorgeschalteter Analog/Digitalwandler 21.

Die dargestellte Anordnung weist folgende Funktionsweise auf. Befindet sich der Antrieb 14 in der Betriebsart Sonderbetrieb, überwacht die Steuerung 10 das durch den Antrieb 14 bewegte Element auf Einhalten eines vorgegebenen Bewegungsgeschwindigkeitshöchstwertes. Er ist zweckmäßig als Drehzahlsignal — dieses ist proportional zur Bewegungsgeschwindigkeit des bewegten Elements — in einem speziellen Bereich des Speichers 23 abgelegt. Die Überwachung erfolgt zweifach. Zum einen überwacht die Steuerung 10 das von dem Drehzahlsensor 15 gelieferte Drehzahlsignal n auf Überschreitung des vorgegebenen Grenzwertes. Dies geschieht zweckmäßig mit Hilfe des anwenderspezifischen integrierten Schaltkreises (ASIC) 19, welchem der Meßwert des Drehzahlmessers 15 unmittelbar zugeführt wird. Der Schaltkreis 19 arbeitet bezüglich dieser Drehzahlüberwachung unabhängig vom Prozessor der zentralen Steuereinheit 20. Einen zweiten Drehzahlwert ermittelt die Steuerung 10 aus dem von Sensor 18, 18' gelieferten Meßsignal des Phasenstroms zum Motor 14. Dieser weist in der Regel einen sinusförmigen Verlauf auf, die Frequenz der Sinusschwingung ist proportional zur Drehzahl. Die Ermittlung des zweiten Drehzahlwertes aus dem Phasenstrom kann, wie in der Figur dargestellt, in der zentralen Steuereinheit 20 nach vorhergehender Umsetzung des analogen Meßsignals in einen digitalen Wert I erfolgen. Eine andere Ausführungsmöglichkeit besteht darin, eine an sich bekannte Filterschaltung vorzusehen, welche aus den analogen Meßwerten des Sensors 18 zunächst ein gleichfalls analoges Drehzahlsignal ermittelt. Eine solche Filterschaltung ist in einfacher Weise ein Tiefpaß-Filter, dessen Eckfrequenz so gelegt ist, daß er die Grundwelle des Motorstroms herausfiltert. Eine nachgeschaltete Komparator-schaltung liefert durch Erfassen der Null-Durchgänge der Grundwelle ein drehzahlproportionales Signal. Dieses wird zweckmäßig wiederum zum Beispiel durch den Analog/Digitalwandler 21 in einen Digitalwert überführt. Zur Unterstützung der Aussagekraft des mit dem Tiefpaßfilter gewonnenen Signals wird die Eckfrequenz zweckmäßig entsprechend dem jeweiligen Drehzahl-Sollwert stets nachgeführt. Das erhaltene zweite Drehzahlsignal vergleicht die Steuereinheit 20 ebenfalls mit dem im Speicher 23 abgelegten Höchstwert. Stellt entweder die zentrale Steuereinheit 20 oder der anwenderspezifische integrierte Schaltkreis 19 fest, daß eines der Drehzahl-signale den im Speicher 23 abgelegten Höchstwert überschreitet, sendet die feststellende Einheit ein zum Stillsetzen des Antriebes führendes Signal an die Ein- und Ausgabereinheit 22. Diese bewirkt das Stillsetzen durch gleichzeitiges Freischalten des Leistungsschalters 16 vom Wechselstromnetz 24 und Abschalten des Wechselrichters 13. Die zweifache Unterbrechung sichert wiederum Redundanz; versagt entweder das Freischalten des Leistungsschalters 16 oder das Abschalten des Wechselrichters 13, wird der Motor 14 dennoch stillgesetzt. Die vorstehend beschriebene Drehzahlüberwachung ist nicht auf eine Verwendung im Sonderbetrieb begrenzt. Mit entsprechend angepaßtem Drehzahlhöchstwert kann sie selbstverständlich ebenso im Normalbetrieb eingesetzt werden.

Zusätzlich oder alternativ zur Drehzahl überwacht die Steuerung 10 bestimmte in den Regelkreisen zur Regelung von Strom I, Drehzahl n und Lage L des Motors 14 auftretende reglerinterne Signale auf Überschreitung von vorgegebenen Wertbereichen. Diese

entsprechen einem einwandfreien Betrieb des Antriebs unter Einhaltung der vorgegebenen Grenzgeschwindigkeit in der Betriebsart Sonderbetrieb. Sie sind zweckmäßig in einem gesonderten Bereich des Speichers 23 abgelegt. Üblicherweise weist die Motorregelung eine Kaskadenstruktur auf, wobei dem Stromregler der Drehzahlregler, diesem wiederum der Lageregler vorgeschaltet ist. Ein zur Überwachung geeignetes, reglerinternes Signal ist in diesem Fall zum Beispiel das Ausgangssignal des Lagereglers, welches den Sollwert für den nachgeschalteten Drehzahlregler darstellt. Ein weiteres geeignetes Signal bildet das Stellverhalten des Drehzahlreglers, das bei entsprechenden Abweichungen zwischen Soll- und Ist-drehzahl vorgebbare Reglergrenzwerte überschreitet. Aus der Überschreitung der vorgegebenen internen Grenzwerte schließt die Steuerung 10 auf eine Überschreitung der vorgegebenen Grenzgeschwindigkeit oder eine Störung des Antriebs. Sie übermittelt in diesem Fall wiederum ein zum Stillsetzen von Leistungsschalter 16 und Wechselrichter 13 führendes Signal an die Ein- und Ausgabereinheit 22. Vorteil der Überwachung der reglerinternen Signale gegenüber der einfachen Überwachung der gemessenen Ist-Drehzahl ist, daß Überschreitungen der vorgegebenen Achsgrenzgeschwindigkeit oder Fehler des Antriebs vielfach bereits erkannt werden können, bevor die Überschreitung bzw. der Fehler vom Motor 14 tatsächlich ausgeführt wird. Die Überwachung der reglerinternen Signale ist nicht nur in der Betriebsart Sonderbetrieb sinnvoll, sondern auch im Normalbetrieb. Sie kann hier insbesondere zur Früherkennung von Fehlern im Antrieb herangezogen werden.

Unter Beibehaltung des grundlegenden Gedankens, unter Verwendung möglichst vieler ohnehin vorhandener Signale einen Antrieb redundant auf Einhalten einer vorgegebenen Drehzahl zu überwachen, sind vielfältige Abwandlungen der in der Fig. 1 dargestellten Anordnung möglich. Dies gilt insbesondere für Aufbau und Struktur der Steuerung 10.

Patentansprüche

1. Antriebsvorrichtung mit einem elektronisch kommutierten Motor, einem Gleichspannungszwischenkreis, einem daran angeschlossenen Wechselrichter zur Steuerung des Motors sowie mit einer Sicherheitseinrichtung, welche in einer Sonderbetriebsart die Drehzahl des Motors auf Einhaltung eines vorgebbaren Höchstwertes überwacht und die Energiezufuhr zum Motor unterbricht, wenn ein Drehzahlsignal größer ist als der vorgegebene Höchstwert, wobei das Drehzahlsignal durch Erfassen des von einem Drehzahlsensor gelieferten Signals gebildet wird, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Sicherheitseinrichtung ein weiteres Drehzahlsignal aus dem zeitlichen Verlauf des Stromes in wenigstens einer der Phasenzuleitungen (17) zum Motor (14) ableitet, welchen sie mittels eines Sensors (18, 18') erfaßt.
2. Antriebsvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Sicherheitseinrichtung zur Bestimmung des weiteren Drehzahlsignals eine digitale Signale verarbeitende, zentrale Steuereinheit (20) aufweist, der die in einem A/D-Wandler (21) digitalisierten Meßwerte des Stromsensors (18, 18') zuführbar sind.
3. Antriebsvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Bestimmung des weiteren,

insbesondere des zweiten Drehzahlsignals durch analoge Filterung der Grundwelle des von dem Stromsensor (18, 18') erfaßten zeitlichen Verlaufs des Motorstroms erfolgt.

4. Antriebsvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Unterbrechung der Energiezufuhr zum Motor (14) durch Schalten eines dem Netzgleichrichter (11) vorgeschalteten elektromagnetischen Leistungsschalters (16) und/oder durch Abschalten des Wechselrichters (13) erfolgt.

5. Antriebsvorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Vergleich des von einem elektromechanischen Drehzahlsensor (15) erhaltenen Drehzahlsignals (n) mit dem vorgegebenen Maximalwert in einem von der zentralen Steuereinheit (20) unabhängigen Schaltkreis (19) erfolgt.

6. Antriebsvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuerung des Motors (14) wenigstens die Regelung von Strom und Drehzahl einschließt, und daß die Sicherheitseinrichtung wenigstens ein bei der Regelung auftretendes, regelungsinternes Signal erfaßt, dieses darauf prüft, ob es innerhalb eines vorgegebenen Wertebereichs liegt, und die Energiezufuhr unterbricht, wenn es außerhalb des vorgegebenen Wertebereichs liegt.

7. Antriebsvorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Regelung des Motors Kaskadenstruktur aufweist, wobei einem Stromregler ein Drehzahlregler, diesem ein Lageregler vorgelagert ist, und daß das regelungsinterne Signal das Ausgangssignal des Lagereglers ist.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

35

40

45

50

55

60

65

- Leerseite -

